림프부종의 수술적 치료

김 일 국¹ · 장 학²

¹영남대학교 의과대학 성형외과

²서울대학교 의과대학 성형외과

Surgical treatment of lymphedema

Il-Kug Kim, MD¹ · Hak Chang, MD²

¹Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Yeungnam University College of Medicine, Daegu, Korea

²Department of Plastic and Reconstructive Surgery, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

Lymphedema is a debilitating and progressive condition, which results in the accumulation of lymphatic fluid within the interstitial compartments of tissues and hypertrophy of adipose tissue due to the impairment of lymphatic circulation. The mainstay of current lymphedema treatment is nonsurgical management such as complex decongestive therapy and compression therapy. Recently, surgical treatment of lymphedema based on microsurgery has been developed to enable the functional recovery of lymphatic drainage and has complemented nonsurgical treatment. Lymphaticovenular anastomosis and vascularized lymph node transfer are representative physiologic surgeries in the treatment of lymphedema. Lymphaticovenular anastomosis is conducted to drain lymphatic fluid from obstructed lymphatic vessels to the venous circulation through surgically created lymphaticovenous shunts. Vascularized lymph node transfer involves harvesting lymph nodes with their vascular supply and transferring this vascularized tissue to the lymphedema lesion as a free flap. In addition to physiologic surgeries, ablative surgeries such as direct excision and liposuction also can be performed, especially for end-stage cases. Indications for surgical treatment vary across institutions. It is important not to delay physiologic surgery in mild to moderate cases of lymphedema.

Key Words: Lymphedema; Breast neoplasms; Surgical procedures; Lymph nodes

서론

림프부종은 림프액의 생산과 림프액 순환의 불균형에 의해 단백질이 풍부한 세포외액이 간질구획에 정체되어 조직의 부종과 이로 인한 염증, 지방조직의 비대, 섬유증 등이

발생하는 진행성 질환이다[1]. 주로 팔, 다리에 발생하지만 신체 어느 부위에서도 나타날 수 있다. 림프부종은 다양한 원인에 의해 발생하는데 크게 일차성과 이차성 림프부종으로 나눌 수 있다. 일차성 림프부종은 매우 드물고 대표적으로 *FLT4* 변이에 의한 Milroy disease와 *FOXC2* 변이에 의한 lymphedema distichiasis 등이 있다[2,3]. 이차성 림프부종의 가장 흔한 원인은 filariasis이며, 이 경우 *Wuchereria bancrofti*와 같은 기생충 감염에 의해 림프관이 막혀 림프부종이 발생한다[4]. 미국과 유럽, 우리나라 등에서는 유방암, 부인암 등의 치료를 위한 수술, 림프절 절제, 방사선치료, 항암치료 후 팔과 다리에 림프부종이 발생하는 경우가 많다[5-7].

Received: February 9, 2020 Accepted: March 11, 2020

Corresponding author: Hak Chang

E-mail: hchang@snu.ac.kr

© Korean Medical Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Figure 1. Lymphoscintigraphy delayed images of upper extremities show lymphatic obstruction on the left axilla. (A) Anterior and (B) posterior view.

림프부종 치료의 중심은 비수술적 치료법인 완전울혈제거 요법이다[8]. 이는 도수림프배출, 압박요법, 운동, 피부관리 등으로 구성되어 있고 세부적으로는 다양한 프로토콜이 있을 수 있다. 림프부종의 진행을 막고 증상완화를 목적으로 하는 이 고식적인 치료방법은 물론 여러 환자들에게 있어 효과적이기는 하나 시간과 노력이 많이 들고 지속적인 치료가 필요한 만큼 고통, 혹은 움직임이 불편한 환자의 경우 제한점이 있다. 이와 같은 상황에서 최근 미세수술을 기반으로 한 림프부종의 수술적 치료법이 점차 발전됨에 따라 비수술적 치료로 호전되지 않거나 지속적으로 압박요법 등을 시행하기 부담스러운 환자들에게 있어 림프순환을 회복시킬 수 있는 기능적 수술방법이 새로운 대안으로 제시되었다.

림프부종의 수술적인 치료의 시작은 1900년대 초로 거슬러 올라간다. 1908년 Handley [9]는 림프부종이 발생한 팔의 피하조직층으로 실크 실을 삽입하여 이 실을 통로로 림프액이 배출되도록 하는 수술법을 보고한 바 있다. 물론 실 주변 감염과 실의 외부 돌출 등의 문제로 더 이상 시행되지는 않았다. 이후 1910년대부터 1960년대까지 Charles [10]와 Thompson [11]에 의해 부종이 발생한 피하조직을 단순 절제하는 방법들이 시행되었다. 1962년 Cockett과 Goodwin [12]이 유미노의 치료를 위해 신장문 부위 림프관을 정계정맥에 문합하는 수술을 발표한 이후 이 림프관-정맥 문합술이 림프부종의 치료에 적용되면서 림프순환을 기능적으로 회복시키는 수술의 시대가 열리게 되었다. 현재 널리 시행되고 있는 림프관-정맥 문합술의 술기는 Koshima 등[13]에

의해 확립되었다. 그는 직경 0.8 mm 미만의 매우 작은 혈관을 연결하는 초미세수술의 선구자로서 이를 림프관-정맥 문합술에 적용한 바 있다. 이와 같은 역사적인 배경 아래 현재 시행되고 있는 여러 가지 림프부종의 수술적 치료방법들과 수술을 위한 진단 및 평가, 수술 적응증과 치료 알고리즘 등에 대해 살펴보고자 한다.

림프부종의 진단 및 평가

림프부종의 가장 일반적이고 중요한 특징은 부종이다. 부종이 발생했을 때 원인이 될 수 있는 다른 원인을 모두 배제하고 림프신티그라피(lymphoscintigraphy)와 같은 검사에서 림프순환의 저해와 진피역류가 확인되면 림프부종을 진단할 수 있다. 감별진단은 비만, 지방부종, 정맥울혈, 혈관기형, 류마티스질환, 심부전에 의한 부종 등이 있다[14]. 림프부종으로 증가한 부위의 부피를 외래에서 지속적으로 측정하는 것은 쉽지 않다. 따라서 사지에 발생한 림프부종의 경우 수술 전 부종 정도의 평가 및 수술 후 경과관찰을 위해 흔히 둘레를 측정한다. 측정 부위는 병원마다 차이가 있을 수 있으나 통상 4-9 cm 간격으로 상지 혹은 하지에 5-6군데를 정하여 동일한 부위를 연속적으로 측정한다. 간편하게 평가할 수 있지만 측정하는 사람에 따라 차이가 있을 수 있다는 단점이 있다.

림프신티그라피는 림프부종의 진단을 위해 일반적으로 가장 많이 시행하는 검사이다(Figure 1). ^{99m}Tc -phytate 혹은 ^{99m}Tc -sulfur colloid와 같은 방사성의약품을 손과 발의 제1-3지간에 두 군데 주입한 후 감마 카메라를 이용해 즉시 조기 스캔을 하고 3-6시간 뒤 후기 스캔을 한다[15]. 림프신티그라피는 림프부종 진단에 있어 특이적이고 간단하며 신뢰할 만하다. 주입 부위에서 방사성물질이 얼마나 제거되었는가, 주변 림프절에는 얼마나 흡수되었는가, 림프 배출의 지연 혹은 차단이 있는가, 진피역류가 일어나는가 등을 판단할 수 있다. 다만 이미지의 해상도가 낮아서 정확한 정량화가 어렵고, 결과가 이차원 이미지이기 때문에 병변의 위치와 범위를 삼차원적으로 알기 어려우며 조직의 섬유화 등 림프

Figure 2. Single-photon emission computed tomography-computed tomography image of the forearm. Lymphatic flow at lateral side of ulna is shown.

부종에 의한 조직의 이차성 변화에 대한 정보를 주지 못한다는 단점이 있다[16].

림프신티그라피와 함께 시행할 수 있는 핵의학 검사로서 single-photon emission computed tomography-computed tomography (SPECT-CT)가 있다(Figure 2). 림프신티그라피와 동일한 방사성 물질을 손가락 사이에 주입한 후 촬영하므로 림프신티그라피와 SPECT-CT 검사를 동시에 시행하는 경우가 많다. SPECT-CT는 림프순환의 기능적인 정보와 함께 림프절과 진피역류 등이 어느 정도 깊이 있는지를, 주변의 주요 구조물들과 해부학적으로 어떤 연관성을 지니고 있는지 등을 삼차원적인 정보로 제공한다[17].

림프순환을 기능적으로 회복시킬 수 있는 림프관-정맥 문합술을 시행하기 위해서 림프부종이 발생한 부위의 피하조직에 존재하는 표재성 림프관을 찾아야 하는데 이를 위하여 보통 인도시아닌 그린(indocyanine green, ICG) 림프조영술을 시행한다(Figure 3) [18]. ICG 0.2 mL를 상지의 경우 손의 제1지간과 손목의 척골측, 하지의 경우 발의 제1지간과 외측복사뼈 뒤쪽에 각각 주입하면 ICG가 피하조직의 림프관으로 유입되어 몸통을 향해 흐른다. ICG를 주입하고 30분에서 1시간 후 근적외선 탐지기기를 이용하여 림프관-정맥 문합술을 시행할 림프관을 찾는다. 이때 정상측 상지 혹은 하지를 동시에 검사하면 비정상적 소견을 발견하는데 도움이 된다. ICG 림프조영술에서 연결할 만한 림프관을 발견하지 못하면 혈관화 림프절 전이술과 같은 다른 수술방법을 고려해야 한다.

Figure 3. Preoperative mapping of lymphatic pathways through indocyanine green lymphography. (A) Linear pattern on wrist and dermal backflow on the forearm are shown. (B) Linear pattern on the antecubital fossa area is observed. (C) Preoperative marking of lymphatics. Informed consent was obtained from the participant of the study.

그 외에 림프부종의 진단 및 평가를 위한 검사로서 magnetic resonance lymphangiography가 있다. Magnetic resonance lymphangiography의 장점은 고해상도의 이미지를 얻을 수 있으므로 연부조직 내에 남아있는 림프관의 위치와 진피역류의 범위 등을 정확하게 알 수 있다는 점과 방사선 노출이 없다는 장점이 있다. 그러나 비용과 촬영시간이 많이 소요된다는 단점이 있다[19].

림프부종의 병기

림프부종의 병기는 수술적 치료의 방향을 결정하는데 매우 중요하다. 여러 가지 병기에 대한 기준이 있으나 International Society of Lymphology에서 확립한 병기체계가 가장 널리 사용되고 있다[20]. International Society of Lymphology의 림프부종 병기는 4단계로 나뉘어져 있다. 0기는 잠복 혹은 무증상 상태에서 림프순환에 이상은 있으나 아직 부종은 나타나지 않은 시기이다. 1기는 림프액이 조직에 고이기 시작하는 시기로서 정맥을 혈에 비해 상대적으로 부종에 단백질의 함량이 높으며 사지를 들어올림으로써 부종이 완화되는 시기이다. 오목부종은 있을 수도 있고 없을 수도 있다. 2기는 초기와 후기로 나뉘는데 초기는 오목부종

Figure 4. Diagram depicting lymphovenous anastomosis. Arrow indicates lymphatic flow. Illustrated by the authors.

이 존재하며 사지를 들어올려도 부종이 완화되지 않는 시기이다. 후기는 조직의 섬유화가 나타나는 시기이며 오목부종은 있을 수도 있고 없을 수도 있다. 3기는 가장 진행된 상태이며 상피병이 나타나 피부가 딱딱해지고 오목부종은 사라지는 시기이다. 피부의 영양성 변화, 지방이영양증, 섬유화 등이 동반된다.

림프부종의 수술적 치료

1. 림프관-정맥 문합술

림프관-정맥 문합술은 림프부종이 발생한 부위의 림프관을 미세수술로 주변의 정맥혈관이나 세정맥혈관에 연결하여 림프액이 정맥으로 배액되도록 하는 수술이다(Figure 4). 림프관과 정맥혈관을 미세수술로 연결한다는 개념은 1960년대에 처음 등장하였다[12,21]. 이후 O'Brien 등[22]이 실제 환자에서 림프관-정맥 문합술을 시행한 결과를 보고하였고, 1990년대 후반부터 2000년대 초반 초미세수술술기를 접목한 Koshima 등[13]에 의해 림프관-정맥 문합술은 비약적으로 발전하게 된다.

수술은 전신마취 혹은 국소마취 하에 진행할 수 있다. 표재성 림프관의 직경이 1 mm 이상인 경우는 매우 드물고 작게는 0.2 mm 직경의 림프관을 정맥에 연결해야 하는 경우도 있으므로 초미세수술 기구가 필요하며 실은 11-0 nylon을 주로 사용한다(Figure 5) [23]. 림프관과 정맥을 문합하는 방식은 다양한데 림프관의 단면과 정맥의 단면, 림프관의 측면과 정맥의 단면, 림프관의 단면과 정맥의 측면, 림프관의 측면과 정맥의 측면을 문합할 수 있으며 하나의 정맥에 여러 개의 림프관을 문합할 수도 있다[24,25]. 수술 후에는 조직 압박이 필수적이며 압박을 가하지 않으면 압력차에 의해 정맥에서 림프관 방향으로 혈액의 역류가 일어날 수 있다[26]. 통상 수술 후 6개월에서 1년까지 압박치료를 지속해야 림프관-정맥 문합 부위가 막히지 않고 그 기능이 유지되는 것으로 알려져 있다.

지금까지 발표된 논문들에서 림프관-정맥 문합술의 수술 성적을 살펴보면 우선 Chang 등[27]의 전향적 연구에서는

Figure 5. A 69-year-old female with lymphedema of the left upper extremity was treated by lymphovenous anastomosis (LVA). (A) Intraoperative photo of LVA. (B) Indocyanine green lymphography images of LVA. (C) Preoperative photo. (D) 2 months postoperative photo. Informed consent was obtained from the participant of the study.

Figure 6. Diagram depicting a vascularized lymph node transfer. Arrows indicate lymphatic flow. Illustrated by the authors.

Figure 7. A 47-year-old female with lymphedema of the right upper extremity was treated by submental vascularized lymph node transfer. (A) Preoperative design for harvesting the submental lymph node flap. (B) Preservation of the marginal mandibular branch of the facial nerve. (C) Submental lymph node flap with two visible lymph nodes. (D) Postoperative photo of recipient site. Informed consent was obtained from the participant of the study.

림프부종 환자 100명 중에 74%에서 부종감소의 효과가 있었고 정상측과 부피 차이가 42%로 감소하였다고 보고하였다. Akita 등[28]은 완전울혈제거요법만 시행한 24명과 림프관-정맥 문합술을 시행한 29명을 비교하였는데 완전울혈제거요법만 시행한 환자들에게서 ICG 림프조영술을 시행하였을 때 15명은 유지, 9명에서 악화되는 소견이 있었다. 림프관-정맥 문합술을 시행한 환자들 중에는 17명에서 ICG 림프조영술 결과 호전이 있었고 그 중 13명에서는 완전울혈

제거요법을 더 이상 시행하지 않아도 될 정도의 상태가 되었다[28].

2. 혈관화 림프절 이식술

혈관화 림프절 이식술은 림프부종이 발생한 부위에 림프절과 이들에 혈액을 공급하는 동맥, 정맥 및 혈관망이 포함된 조직을 피판의 형태로 이식하는 수술이다(Figure 6). 이때 림프절이 포함된 조직에 혈액공급 하는 공여부 혈관을 병변이 있는 수혜부 혈관에 미세수술로 연결하여 혈액순환이 이루어지도록 한다. 이 수술의 개념은 1990년대에 소개되었으며 이후 다양한 형태로 발전해 왔다[29].

혈액을 공급하는 혈관을 동반하여 림프절을 포함한 조직을 림프부종의 병변에 이식하였을 때 부종이 감소하는 기전에 대해 크게 두가지 이론이 제시되어 있다. 그 중 첫번째는 이식된 림프절로부터 혈관내피세포성장인자-C와 같은 림프관신생을 일으키는 성장인자가 분비되어 림프절과 수혜부의 림프관을 연결하는 새로운 림프관의 형성을 유도한다는 것이다[30,31]. 또 다른 이론은 이식한 림프절 주변 림프관을 통해 유입된 림프액이 림프절 안에 있는 high endothelial venule을 통해 정맥혈로 배출된다는 것이다[32,33]. 두가지 이론 모두 어느 정도의 실험적, 임상적 근거들을 가지고 있지만 아직 일반적으로 받아들여지는 확실한 기전은 아니므로 추가적인 연구가 필요하다.

혈관화 림프절 이식술의 공여부는 턱끝밀림프절, 쇄골위림프절, 서혜부림프절, 외측 흉부림프절, 대망림프절, 공장간막림프절 등이 있다[23]. 턱끝밀 림프절 피판은 턱끝밀 림프절과 턱밀림프절을 포함한다(Figure 7). 턱끝밀 동맥을 혈관경으로 하는데 필요에 따라 턱끝밀 동맥을 분지하는 안면동맥까지 함께 거상할 수 있다. 장점은 공여부인 얼굴과 목에 림프부종이 생길 위험이 거의 없다는 점과 피판의 부피가 작아 손목과 발목에 이식하기 좋다는 점이다. 단점은 흉터가 보이는 위치에 있다는 점과 피판 거상 시 입꼬리를 들어올리는 안면신경의 턱모서리까지

Figure 8. Liposuction for the treatment of lymphedema. (A) Preoperative photo. Severe swelling of the left lower extremity is shown. (B) Immediate postoperative photo. (C) Postoperative 2 months photo. Informed consent was obtained from the participant of the study.

의 손상을 주의해야 한다는 점이 있다.

쇄골위 림프절 피판은 가로목동맥 및 정맥과 바깥목정맥의 분지를 혈관경으로 한다[34]. 이 피판의 장점은 공여부에 림프부종이 생길 위험이 거의 없다는 점과 흉터가 옷에 가려질 수 있는 부위에 생긴다는 점이다. 단점은 가슴림프관, 횡격막신경, 쇄골위신경 등 주변 구조물들의 손상이 있을 수 있다는 점과 유방암 환자인 경우 동측 쇄골위 림프절은 암전이의 위험성 때문에 사용할 수 없다는 점이다.

서혜부 림프절 피판은 얇은장골휘돌이혈관을 혈관경으로 한다. 림프절이 비교적 많이 존재하고 유방재건이 필요할 시 유방재건을 위한 하복부 조직과 함께 거상하여 이식할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 하지에 림프부종을 일으킬 수 있다는 점, 그렇기 때문에 역매핑(reverse mapping)을 해야 한다는 점, 혈관경이 비교적 짧다는 점, 손목이나 발목에 이식하면 피판의 부피가 과도하게 클 수 있다는 점 등이 단점이다. 외측 흉부 림프절 피판은 바깥흉부혈관 혹은 가슴등혈관을 혈관경으로 하며, 마찬가지로 상지에 림프부종을 일으킬 수 있으므로 역매핑을 해야 한다. 대망 림프절, 공장간막 림프절 피판은 공여부에 림프부종을 일으킬 가능성은 거의 없으나 배를 열어야 한다는 부담감이 있고 이와 관련된 합병증인 탈장, 복막염, 장마비 등이 있을 수 있다는 단점이 있다.

3. 지방흡입

림프부종으로 저류된 림프액과 비후된 피하지방을 지방흡

입을 통해 제거하기도 한다(Figure 8). 통상적으로 지방흡입은 림프관-정맥 문합술이나 혈관화 림프절 이식술과 같은 기능적 회복을 위한 수술이 불가하거나 효과가 없을 때 고려하는 치료방법이다. 상당히 진행된 림프부종에서 단순히 지방흡입만 하는 것으로는 기능적인 회복은 거의 없고 수술 후엔 평생 압박복을 착용해야 한다고 알려져 있다[35]. 그러나 최근 발표된 일부 연구들에서는 진행된 림프부종에서 지방흡입만으로 부종의 부피가 감소하고 기능적인 회복도 관찰되었다는 보고가 있다[36]. 지

방흡입으로 림프순환의 기능적인 회복이 일어나는 원인에 대한 가설은 해당 사지의 혈액 관류가 증가하고, 피하지방조직이 감소하니 림프액의 생성도 감소하고, 일부 손상된 근육을 통해 표면의 림프액이 심부로 전달되는 등의 현상을 제시하고 있다[36].

4. 직접 절제술

림프부종이 너무 진행하여 피부와 피하조직의 섬유증이 발생한 경우 지방흡입으로는 이를 효과적으로 제거할 수 없다. 이때 직접 절제술을 시행할 수 있는데 여러 단계에 걸쳐 순차적으로 조직을 제거할 수도 있고, 그 정도가 극심한 경우 피부를 포함하여 부종이 발생한 조직을 모두 제거하고 피부이식을 하는 수술방법도 있다(Charles procedure) [37]. 그러나 림프부종이 상당히 진행된 부위에 큰 절개를 가하는 수술이므로 창상치유의 지연, 긴 재원기간, 흉터의 발생, 감각신경 손실, 손, 발 등의 부위에 부종이 잔존하는 문제 등이 야기될 수 있다.

수술 적응증

림프부종이 계속 진행하면 비수술적 치료만으로는 부종의 조절이 어렵다. 수술적 치료가 필요한 상황이 분명히 존재하지만 림프부종에서 수술적 치료의 적응증은 아직 논란이 있다.

그러나 일반적으로 살펴보면 림프부종이 진단되고 초기인 경우에는 완전을혈제거요법을 3-6개월간 시행한다[28,38]. 이후에도 부종이 호전되지 않고 지속되거나 반복된 붓소염이 있을 경우 수술적 치료의 고려대상이 된다[39,40]. 림프부종이 진행된 환자에게 오목부종이 존재하면 수술 전에 도수리프배출과 압박요법을 시행하는 것이 수술에도 도움이 된다.

결론

유방암과 부인암 등 암환자들이 증가함에 따라 림프부종으로 고통받는 환자들도 함께 증가하고 있다. 환자의 병력 및 림프부종의 병기, 병변에 남아있는 림프 시스템의 정도, 환자의 상태 등을 종합적으로 고려하여 치료방법을 결정해야 하며 림프관-정맥 문합술 및 혈관화 림프절 이식술과 같은 림프순환의 기능적 복원이 가능한 수술의 시기를 놓치지 않는 것이 중요하다.

찾아보기말: 림프부종; 유방암; 수술적 치료; 림프절

ORCID

Il-Kug Kim, <https://orcid.org/0000-0002-2428-8403>

Hak Chang, <https://orcid.org/0000-0002-9888-1787>

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

Acknowledgement

This work was supported by the National Research Foundation of Korea (NRF-2018R1C1B6004618).

References

- Warren AG, Brorson H, Borud LJ, Slavin SA. Lymphedema: a comprehensive review. *Ann Plast Surg* 2007;59:464-472.
- Karkkainen MJ, Ferrell RE, Lawrence EC, Kimak MA, Levinson KL, McTigue MA, Alitalo K, Finegold DN. Missense mutations interfere with VEGFR-3 signalling in primary lymphoedema. *Nat Genet* 2000;25:153-159.
- Fang J, Dagenais SL, Erickson RP, Arlt MF, Glynn MW, Gorski JL, Seaver LH, Glover TW. Mutations in FOXC2 (MFH-1), a forkhead family transcription factor, are responsible for the hereditary lymphedema-distichiasis syndrome. *Am J Hum Genet* 2000;67:1382-1388.
- Mendoza N, Li A, Gill A, Tying S. Filariasis: diagnosis and treatment. *Dermatol Ther* 2009;22:475-490.
- Voss RK, Cromwell KD, Chiang YJ, Armer JM, Ross MI, Lee JE, Gershenwald JE, Stewart BR, Shaitelman SE, Cormier JN. The long-term risk of upper-extremity lymphedema is two-fold higher in breast cancer patients than in melanoma patients. *J Surg Oncol* 2015;112:834-840.
- Hareyama H, Hada K, Goto K, Watanabe S, Hakoyama M, Oku K, Hayakashi Y, Hirayama E, Okuyama K. Prevalence, classification, and risk factors for postoperative lower extremity lymphedema in women with gynecologic malignancies: a retrospective study. *Int J Gynecol Cancer* 2015;25:751-757.
- Kim JW, Lee JH, Kim TG, Kim YH, Chung KJ. Breast reconstruction statistics in Korea from the Big Data Hub of the Health Insurance Review and Assessment Service. *Arch Plast Surg* 2018;45:441-448.
- Lasinski BB, McKillip Thrift K, Squire D, Austin MK, Smith KM, Wanchai A, Green JM, Stewart BR, Cormier JN, Armer JM. A systematic review of the evidence for complete decongestive therapy in the treatment of lymphedema from 2004 to 2011. *PM R* 2012;4:580-601.
- Handley WS. Lymphangioplasty: a new method for the relief of the brawny arm of breast-cancer and for similar conditions of lymphatic oedema. *Lancet* 1908;171:783-785.
- Charles RH. Elephantiasis scroti. In: Latham A, English TC, editors. A system of treatment, vol 3. London: Churchill; 1912. p. 504.
- Thompson N. The surgical treatment of chronic lymphoedema of the extremities. *Surg Clin North Am* 1967;47:445-503.
- Cockett AT, Goodwin WE. Chyluria: attempted surgical treatment by lymphatic-venous anastomosis. *J Urol* 1962;88: 566-568.
- Koshima I, Inagawa K, Urushibara K, Moriguchi T. Super-microsurgical lymphaticovenular anastomosis for the treatment of lymphedema in the upper extremities. *J Reconstr Microsurg* 2000;16:437-442.
- MacLellan RA, Couto RA, Sullivan JE, Grant FD, Slavin SA, Greene AK. Management of primary and secondary lymphedema: analysis of 225 referrals to a center. *Ann Plast Surg* 2015;75:197-200.
- Visconti G, Hayashi A, Tartaglione G, Salgarello M, Yamamoto T. Innovative surgical treatment of peripheral lymphedema after breast cancer surgery. *Transl Cancer Res* 2018;7: S365-S378.
- Baulieu F, Bourgeois P, Maruani A, Belgrado JP, Tauveron V, Lorette G, Vaillant L. Contributions of SPECT/CT imaging to the lymphoscintigraphic investigations of the lower limb lymphedema. *Lymphology* 2013;46:106-119.
- Iimura T, Fukushima Y, Kumita S, Ogawa R, Hyakusoku H.

- Estimating lymphodynamic conditions and lymphovenous anastomosis efficacy using (99m)Tc-phytate lymphoscintigraphy with SPECT-CT in patients with lower-limb lymphedema. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 2015;3:e404.
18. Ogata F, Narushima M, Mihara M, Azuma R, Morimoto Y, Koshima I. Intraoperative lymphography using indocyanine green dye for near-infrared fluorescence labeling in lymphedema. *Ann Plast Surg* 2007;59:180-184.
 19. Bae JS, Yoo RE, Choi SH, Park SO, Chang H, Suh M, Cheon GJ. Evaluation of lymphedema in upper extremities by MR lymphangiography: comparison with lymphoscintigraphy. *Magn Reson Imaging* 2018;49:63-70.
 20. Executive Committee. The diagnosis and treatment of peripheral lymphedema: 2016 consensus document of the International Society of Lymphology. *Lymphology* 2016;49:170-184.
 21. Laine JB, Howard JM. Experimental lymphaticovenous anastomosis. *Surg Forum* 1963;14:111-112.
 22. O'Brien BM, Sykes P, Threlfall GN, Browning FS. Microlymphaticovenous anastomoses for obstructive lymphedema. *Plast Reconstr Surg* 1977;60:197-211.
 23. Schaverien MV, Coroneos CJ. Surgical treatment of lymphedema. *Plast Reconstr Surg* 2019;144:738-758.
 24. Chung JH, Baek SO, Park HJ, Lee BI, Park SH, Yoon ES. Efficacy and patient satisfaction regarding lymphovenous bypass with sleeve-in anastomosis for extremity lymphedema. *Arch Plast Surg* 2019;46:46-56.
 25. Suzuki Y, Sakuma H, Ihara J, Shimizu Y. Proximal ligation after the side-to-end anastomosis recovery technique for lymphaticovenous anastomosis. *Arch Plast Surg* 2019;46:344-349.
 26. Chen WF, Bowen M, Ding J. Immediate limb compression following supermicrosurgical lymphaticovenular anastomosis: is it helpful or harmful? *Int Microsurg J* 2018;2:1.
 27. Chang DW, Suami H, Skoracki R. A prospective analysis of 100 consecutive lymphovenous bypass cases for treatment of extremity lymphedema. *Plast Reconstr Surg* 2013;132:1305-1314.
 28. Akita S, Mitsukawa N, Kuriyama M, Hasegawa M, Kubota Y, Tokumoto H, Ishigaki T, Hanaoka H, Satoh K. Suitable therapy options for sub-clinical and early-stage lymphoedema patients. *J Plast Reconstr Aesthet Surg* 2014;67:520-525.
 29. Chen HC, O'Brien BM, Rogers IW, Pribaz JJ, Eaton CJ. Lymph node transfer for the treatment of obstructive lymphoedema in the canine model. *Br J Plast Surg* 1990;43:578-586.
 30. Viitanen TP, Visuri MT, Hartiala P, Maki MT, Seppanen MP, Suominen EA, Saaristo AM. Lymphatic vessel function and lymphatic growth factor secretion after microvascular lymph node transfer in lymphedema patients. *Plast Reconstr Surg Glob Open* 2013;1:1-9.
 31. Huang JJ, Gardenier JC, Hespe GE, Garcia Nores GD, Kataru RP, Ly CL, Martinez-Corral I, Ortega S, Mehrara BJ. Lymph node transplantation decreases swelling and restores immune responses in a transgenic model of lymphedema. *PLoS One* 2016;11:e0168259.
 32. Ito R, Zelken J, Yang CY, Lin CY, Cheng MH. Proposed pathway and mechanism of vascularized lymph node flaps. *Gynecol Oncol* 2016;141:182-188.
 33. Cheng MH, Huang JJ, Wu CW, Yang CY, Lin CY, Henry SL, Kolios L. The mechanism of vascularized lymph node transfer for lymphedema: natural lymphaticovenous drainage. *Plast Reconstr Surg* 2014;133:192e-198e.
 34. Suzuki Y, Shimizu Y, Kasai S, Yamazaki S, Takemaru M, Kitamura T, Kawakami S, Tamura T. Indocyanine green fluorescence videoangiography for reliable variations of supraclavicular artery flaps. *Arch Plast Surg* 2019;46:318-323.
 35. Boyages J, Kastanias K, Koelmeyer LA, Winch CJ, Lam TC, Sherman KA, Munnoch DA, Brorson H, Ngo QD, Heydon-White A, Magnussen JS, Mackie H. Liposuction for advanced lymphedema: a multidisciplinary approach for complete reduction of arm and leg swelling. *Ann Surg Oncol* 2015;22 Suppl 3:S1263-S1270.
 36. Greene AK, Voss SD, Maclellan RA. Liposuction for swelling in patients with lymphedema. *N Engl J Med* 2017;377:1788-1789.
 37. Dellon AL, Hoopes JE. The Charles procedure for primary lymphedema. Long-term clinical results. *Plast Reconstr Surg* 1977;60:589-595.
 38. Schaverien MV, Moeller JA, Cleveland SD. Nonoperative treatment of lymphedema. *Semin Plast Surg* 2018;32:17-21.
 39. Akita S, Nakamura R, Yamamoto N, Tokumoto H, Ishigaki T, Yamaji Y, Sasahara Y, Kubota Y, Mitsukawa N, Satoh K. Early detection of lymphatic disorder and treatment for lymphedema following breast cancer. *Plast Reconstr Surg* 2016;138:192e-202e.
 40. Ciudad P, Agko M, Perez Coca JJ, Manrique OJ, Chang WL, Nicoli F, Chen SH, Chen HC. Comparison of long-term clinical outcomes among different vascularized lymph node transfers: 6-year experience of a single center's approach to the treatment of lymphedema. *J Surg Oncol* 2017;116:671-682.

Peer Reviewers' Commentary

이 논문은 림프부종의 수술적 치료법에 대한 최신 지식을 정리하여 소개해 주고 있다. 림프부종은 주로 수술적 치료 이후 발생하는데, 비수술적 치료를 시행하여도 반응이 없는 경우에는 수술적 치료를 고려할 수 있다. 수술적 치료 방법은 림프관-정맥 문합술과 혈관화 림프절 이식술 등의 기능적 수술 방법이 있고, 지방흡입술 및 직접 절제술 등의 절제술이 있다. 특히, 최근 발전하고 있는 미세 술기를 이용한 기능적 수술을 조기에 시행할 경우, 림프부종의 치료와 함께 환자의 삶의 질 향상에 크게 도움을 줄 수 있는 것으로 보고되고 있다. 이 논문은 림프부종에 대한 수술적 치료법의 발전 과정과 최신 지식을 소개해 주고 있어, 림프부종을 적극적으로 치료하는 것이 중요함을 인식하는데 많은 도움을 줄 것으로 판단된다.

[정리: 편집위원회]